

# EFICIENCIA AGRONÓMICA Y DE RECUPERACIÓN DE FERTILIZANTES NITROGENADOS, SOLOS Y COMBINADOS CON LEONARDITA EN EL CULTIVO DE ARROZ

## RECOVERY AND AGRONOMIC EFFICIENCY OF NITROGEN FERTILIZERS ALONE AND COMBINED WITH LEONARDITE IN RICE

Eison Valdiviezo Freire<sup>1</sup>, Lucila Sánchez Flores<sup>1</sup>, Sergio Valle<sup>1</sup>, Haydee Macías Rojas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil. Guayaquil - Ecuador.

correo electrónico: eison@yahoo.com.mx

### RESUMEN

Los fertilizantes nitrogenados aplicados en el cultivo de arroz, se pierden más de la mitad, la eficiencia de éstos depende de múltiples factores vinculados al suelo, a las condiciones climáticas y al manejo del cultivo. El objetivo fue determinar las mejores opciones de aplicación de fertilizantes nitrogenados, para mejorar la rentabilidad del cultivo de arroz. Se partió de la hipótesis de que la eficiencia varía de acuerdo a la fuente fertilizante y que la adición de componentes orgánicos a los mismos mejora su eficiencia. Los fertilizantes estudiados fueron: Urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio y de liberación controlada de las fórmulas combinadas LC1 (38-0-00-13) + LC2 (39-0-0-0+11 % S), los fertilizantes fueron aplicados solos y combinados con leonardita, con excepción de los tratamientos con fertilizantes de liberación controlada, se partió de un nivel de 160 kg N/ha. Las variables agronómicas y de rendimiento fueron analizadas con un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones, la comparación de medias se la hizo con la prueba de Duncan  $P = 0,05$ . La mayor eficiencia de recuperación alcanzó el tratamiento LC1 (38-0-00-13) + LC2 (39-0-0-0+11 % S), el nitrato de amonio en adición con leonardita alcanzó una mayor eficiencia de recuperación que cuando fue aplicado solo; económicamente el tratamiento con liberación controlada LC1 (38-0-0+13 % S) presentó el mayor beneficio.

**Palabras claves:** Eficiencia agronómica, eficiencia de recuperación, leonardita, liberación controlada.

Recibido: 8/Octubre/2012 Recibido en forma corregida: 18/Octubre/2012 Aceptado: 29/Octubre/2012  
Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Investigación Tecnología e Innovación 4(4) 55-65-2012

## SUMMARY

Nitrogen fertilizers applied in rice farming, lost more than half, the efficiency of these depends on multiple factors related to soil, weather conditions and crop management. The objective was to determine the best options for the application of nitrogen fertilizers, pear improve profitability of rice cultivation. It is hypothesized that efficiency varies according to the fertilizer source and that the addition of organic compounds to improve the efficiency thereof. Fertilizers studied were: Urea, ammonium sulfate, ammonium nitrate and controlled release LC1 combined formulas (38-0-00-13) + LC2 (+11% S 39-0-0-0), fertilizer were applied alone and combined with leonardite, except for treatments with controlled release fertilizers, it was on a level of 160 kg N / ha. The agronomic and performance variables were analyzed with a randomized block design with three replications, the mean comparison was made with the Duncan test  $P = 0.05$ . The recovery efficiency of the treatment reached LC1 (38-0-00-13) + LC2 (+11% S 39-0-0-0) ammonium nitrate in admixture with leonardite reached a higher recovery efficiency when was applied alone economically controlled release treatment LC1 (38-0-0 +13% S) had the highest profit.

**Keywords:** Agronomic efficiency, recovery efficiency, leonardite, controlled release.

## INTRODUCCIÓN

La producción de arroz en el Ecuador depende de la estación climática, las zonas de cultivo y los grados de tecnificación. Además, debido a las características climatológicas la producción se suele dividir en dos ciclos: invierno y verano. Es así, que para la campaña Abril 2009-Marzo 2010, la siembra de arroz fue: Invierno 215 352 ha y verano 155 936 ha., traducándose en un total de 371 288 ha, lo cual representó una reducción de la producción del 3% en relación al 2008, debido principalmente a la sequía e inundaciones en el litoral ecuatoriano, la producción media anual de grano fue de 3,80 TM/ha (INIAP, 2010).

El cultivo de arroz se desarrolla en condiciones que favorecen las pérdidas de nitrógeno, fundamentalmente por desnitrificación, volatilización, lavado y erosión, esas pérdidas tienen significación no solo económicas, sino también por la contaminación que causan. Aplicaciones convencionales de fertilizante nitrogenado provocan pérdidas en más del 50%. Dichas pérdidas son el resultado de numerosos procesos químicos, físicos y biológicos, cuya magnitud es afectada por factores de ambiente, suelo y manejo tales como temperatura, pH del suelo, capacidad de intercambio catiónico (CIC), materia orgánica, cobertura y calidad de residuos en superficie, viento, tensión de vapor superficial y la dosis y localización del fertilizante (Ferraris *et al.*, 2010).

Estudios llevados a cabo por el INIAP en los años ochenta y noventa, recomiendan 120 kg N/ha; sin embargo, en los actuales momentos esta recomendación no contribuye a elevar los rendimientos debido a las pérdidas de fertilizante (Alcívar y Mestanza, 2007). Mora (2007) en un estudio sobre niveles de nitrógeno usando urea determinó que la mejor dosis en la variedad de arroz INIAP 14 fue de 200 kg N/ha, en otro estudio, la misma autora, sobre eficiencia de nitrógeno con varias fuentes fertilizantes, determinó que el sulfato de amonio fue el más eficiente. Las pérdidas de nitrógeno pueden deberse a que en los suelos han ido desapareciendo los constituyentes orgánicos, ya sea por el uso intensivo de los suelos, por el mal manejo y desgaste de la fertilidad, la erosión, entre otras causas. Trabajos donde se ha adicionado componentes orgánicos al fertilizante han contribuido a mejorar la eficiencia del N y aumentar los rendimientos de las cosechas.

El nitrógeno es el elemento clave para la productividad de todos los cereales y en arroz reviste mayor importancia desde el punto de vista de su aprovechamiento o eficiencia de utilización por la planta, por cuanto su aplicación está sujeta a diversos procesos de pérdidas, de no manejarse adecuadamente, ya que en todo caso la eficiencia con que la planta utiliza el fertilizante nitrogenado está entre 20 y 40% del nitrógeno aplicado (INIA, 2004). Mientras que Isherwood (1990), señala valores de 50 a 70% de eficiencia de recuperación. Dobermann (2007) reporta intervalos de eficiencia agronómica de 10 a 30 kg de grano/kg de nitrógeno aplicado.

El uso eficiente de los fertilizantes depende no solo de las propiedades químicas de los mismos, sino también de factores de suelo, cultivo, así como de los sistemas de cultivo y tipo de agricultura a desarrollarse. En consecuencia, la adecuada utilización de fertilizante conlleva a un mejor uso de suelo y un mejor rendimiento de los cultivos, permitiendo reducir el efecto invernadero de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  y carbono.

Se partió de la hipótesis de que la eficiencia varía de acuerdo a la fuente fertilizante y que la adición de componentes orgánicos de leonardita mejora la eficiencia de los mismos.

El objetivo general que se propuso en la investigación fue las mejores opciones de aplicación de fertilizantes nitrogenados, que contribuyan al mejoramiento de la eficiencia de estos, para mejorar la rentabilidad del cultivo de arroz, eso implicaba establecer la eficiencia agronómica y de recuperación del nitrógeno.

Entre los objetivos específicos se encuentra determinar la eficiencia agronómica y de recuperación del nitrógeno utilizando varias fuentes fertilizantes solas y

combinadas con leonardita, evaluar las características agronómicas y rendimiento de los diversos tratamientos estudiados en el cultivo de arroz y determinar la factibilidad económica para el uso de este nuevo componente tecnológico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló durante la época seca del 2010 en la Junta de Usuarios de América Loma ubicada en el cantón Daule, provincia del Guayas, cuyas coordenadas geográficas son: 01°49'21.6" de latitud sur, 80°03'01.7" de longitud occidental, altura sobre el nivel del mar 21 m, la precipitación de 1100 mm.

Se estudiaron cuatro fuentes de fertilizante nitrogenado y un componente orgánico. En todos los tratamientos, con excepción del testigo, se utilizó una dosis de 160 kgN/ha. La combinación de los fertilizantes urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, solos y combinados con leonardita, mas los tratamientos de liberación controlada (LC) y un testigo de omisión, dieron un total de 9 tratamientos, los mismos que se detallan en el Cuadro 1.

Las variables medidas fueron analizadas con un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones, el esquema del análisis de la varianza se lo describe en el Cuadro 2.

La comparación de medias de los tratamientos se la realizó mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p = 0,05$ ).

**Cuadro 1. Combinación de los tratamientos utilizados en el experimento.**

Tratamiento	Características	Dosis fertilizante (kg/ha)
1.	Urea (46%N)	348
2.	Urea + leonardita	348+7
3.	Sulfato de amonio	762
4.	Sulfato de amonio + leonardita	762 + 15
5.	Nitrato de amonio	471
6.	Nitrato de amonio + leonardita	471 +9,42
7.	LC1 (38-0-0+13 % S)	421
8.	LC1 (38-0-0-13) + LC2 (39-0-0-0+11 % S)	210 + 205
9.	Sin fertilizar (Testigo)	0

Leonardita = comercialmente vendida como humivita.

LC = liberación controlada.

**Cuadro 2. Esquema del Análisis de la varianza (ANDEVA)**

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones	2
Tratamientos	8
Error experimental	16
Total	26

El experimento tuvo un área total de 247 m<sup>2</sup> (19 x 13 m), el área de la parcela fue de 6 m<sup>2</sup> (1,5 m de ancho x 4 m de largo), con un total 6 hileras, de las cuales las 4 centrales fueron cosechadas como útiles (4 m<sup>2</sup>). El distanciamiento entre repeticiones fue de 1 m y el distanciamiento entre parcelas de 0,50 m (Figura 1 a y b).



Figura 1. Delineamiento del experimento (a) En la etapa de llenado de grano y (b) En la maduración del grano.

El manejo del experimento partió desde la limpieza del lote experimental, preparación de suelos mediante un pase de arado, 1 de rastra y fanguero. Se utilizó la variedad de arroz INIAP 15. El semillero se hizo con 200g de semilla/m<sup>2</sup>. El trasplante se lo efectuó a los 21 días, con una distancia de 25 x 25 cm, las única plaga presente fue el caracol (*Pomacea canaliculata*), el mismo que fue eliminado mediante controles químicos y manuales.

El control de malezas se lo realizó en forma manual, mediante 3 deshierbas. Los tratamientos con fertilizantes urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio, solos o combinados con leonardita en dosis de 1 kg de ésta/ 50 kg de fertilizante (Figura 2a) fueron aplicados en dos fracciones, la primera a los 15 días después del trasplante (ddt) y la segunda a los 30 días ddt con las dosis planteadas en los tratamientos. Los fertilizantes de liberación controlada (Figura 2b), fueron aplicados en su totalidad a los 5 ddt. Se utilizó riego con bajas láminas de agua e intermitencia, para evitar que los fertilizantes sean arrastrados a los tratamientos vecinos, la cosecha se hizo en forma manual.

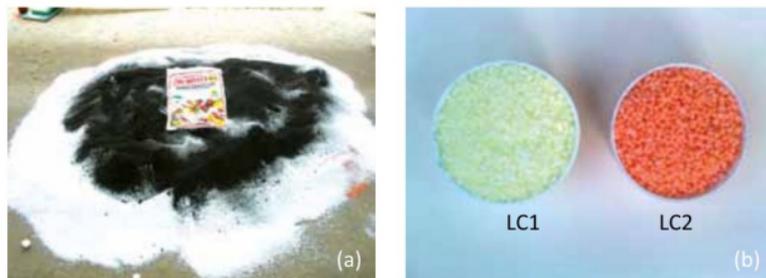


Figura 2. (a) Fertilizante urea mezclado con leonardita; (b) Fertilizantes de liberación controlada LC1 (38-0-0+13 % S) y LC2 (39-0-0-0+11 % S).

Se registraron variables agronómicas de ciclo vegetativo (días); altura de planta (cm); número de macollos/m<sup>2</sup>; número de panículas/m<sup>2</sup>; longitud de panícula (cm); lectura de clorofila (SPAD); granos/panícula; porcentaje de granos vanos/panícula; peso de 1000 semillas (g); Rendimiento de grano paddy (kg/ha). La eficiencia agronómica y de recuperación se la efectuó de acuerdo a lo citado por Fagueria (1992), las mismas que se detallan a continuación:

Eficiencia Agronómica (EA): es una producción económica (granos, en el caso de cultivos anuales) obtenida por unidad de nutrientes aplicados:

$$EA = \frac{\text{Producción con fertilización (kg)} - \text{Producción sin fertilización (kg)}}{\text{Cantidad de nutrientes aplicados (kg)}} = \text{kg/kg}$$

Eficiencia de Recuperación (ER): Es la cantidad de nutrientes acumulados por unidad de nutrientes aplicados:

$$ER = \frac{\text{Acumulación de nutrientes con Fertilización (kg)} - \text{Acumulación de nutrientes sin fertilización (kg)}}{\text{Cantidad de nutrientes aplicados}} \times 100 = \%$$

Para determinar la factibilidad económica en el uso de este nuevo componente técnico se utilizó la metodología de presupuestos parciales descrita por el CIMMYT (1988).

Se realizó siguiendo la metodología de análisis de presupuestos parciales descrita por el CIMMYT (1988).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Eficiencia nutrimental**

La mayor eficiencia agronómica fue inferior a los 10 kg de arroz/kg de nitrógeno aplicado en los tratamientos donde se utilizó urea, y de 12,8 a 15,8 kg/kg en los tratamientos con sulfato de amonio, nitrato de amonio y liberación controlada (Cuadro 4) concidiendo con los intervalos reportados por Dobermann (2007) que son de 10 a 30 kg de grano/kg de nitrógeno aplicado.

Mientras que en la eficiencia de recuperación, la mayoría de los tratamientos presentaron valores inferiores a 40% coincidiendo con el INIA (2004) quien indica que la planta utiliza el fertilizante nitrogenado está entre 20 y 40% del nitrógeno aplicado, sin embargo cuando se combinó los fertilizantes de liberación controlada LC1 + LC2 (38-0-00-13 %S + 39-0-0-0+11 %S) se alcanzó la mayor eficiencia de recuperación con 62,79% (Cuadro 5) dentro del intervalo de 50 a 70% reportado por Isherwood (1990). El tratamiento 5 (nitrato de amonio) alcanzó la menor eficiencia de recuperación con un valor de 5,16 %.

Existe una tendencia al aumento de la eficiencia de recuperación por la adición de leonardita a los tratamientos fertilizados, especialmente con el fertilizante nitrato de amonio que presentó un 33% más de eficiencia en relación cuando se aplica solo (Cuadro 3).

### **Características agronómicas**

Las variables ciclo vegetativo, altura de planta, número de macollos/planta y número de panículas/planta, los tratamientos con fertilización fueron iguales estadísticamente, difiriendo únicamente del testigo absoluto (Cuadro 4). Los valores de clorofila SPAD tomados al macollamiento estuvieron dentro de un intervalo de 42 a 45 en todos los tratamientos fertilizados, superiores a los encontrados por Quirós y Ramírez (2006). El testigo sin fertilizar presentó un valor de 52 SPAD (Cuadro 5).

El rendimiento de grano de arroz paddy obtenido bajo fertilización osciló dentro del intervalo de 6 255 a 8 009 kg/ha, iguales estadísticamente y diferentes al tratamiento testigo, cuyo rendimiento fue de 4 985 kg/ha (Cuadro 5).

### **Análisis económico**

Una vez calculado el análisis de presupuesto parcial con la metodología CIMMYT (1988) y de acuerdo con el análisis marginal, las tasas de retorno marginales

más atractivas por su mayor valor fueron las calculadas con el tratamiento 7 con una tasa de retorno marginal (TRM) de 372% y el tratamiento 8 con 250%, los tratamientos 1 y 2 presentaron una tasa de retorno marginal de 107 y 101%, respectivamente (Cuadro 6).

**Cuadro 3. Eficiencia agronómica y de recuperación del nitrógeno de cuatro fuentes de fertilizante nitrogenado, solas y combinados con leonardita en el cultivo de arroz Daule, 2010.**

Tratamientos	Dosis (kg/ha)	Eficiencia agronómica (kg/kg)	Eficiencia de recuperación (%)
1. Urea	348	7,94	17,60
2. Urea + leonardita	348 + 7	9,09	25,31
3. Sulfato de amonio	762	12,8	10,32
4. Sulfato de amonio + leonardita	762 + 15	14,8	15,70
5. Nitrato de amonio	471	10,7	5,16
6. Nitrato de amonio + leonardita	471 + 9.42	10,3	38,19
7. L.C1 100%	421	18,9	33,61
8. 8. L.C1 + L.C2	210 + 205	15,8	62,79
9. Testigo absoluto <sup>1/</sup>	0	-	-
Media general		12,5	26,08

<sup>1/</sup> Utilizada como parcela de omisión.

**Cuadro 4. Promedio de 5 características agronómicas, del estudio sobre Eficiencia agronómica y de recuperación de fertilizantes nitrogenados, solos y combinados con leonardita en el cultivo de arroz. Daule, 2010.**

Tratamientos	Dosis (kg/ha)	Ciclo vegetativo (Días)	Altura de planta (cm)	Macollos/ m <sup>2</sup>	Paniculas/ m <sup>2</sup>	Longitud de paniculas (cm)
1. Urea	348	119 ab	79 bc	348 ab	333 ab	25 <sup>N.S.</sup>
2. Urea + leonardita	348 + 7	120 ab	85 ab	370 ab	347 ab	24
3. Sulfato de amonio	762	120 ab	82 ab	357 ab	348 ab	24
4. Sulfato de amonio + leonardita	762 + 15	123 a	85 a	426 a	415 a	25
5. Nitrato de amonio	471	119 ab	83 ab	396 ab	390 ab	24
6. Nitrato de amonio + leonardita	471 + 9.42	121 ab	81 abc	446 a	410 a	24
7. L.C1 100%	421	121 a	84 ab	458 a	438 a	24
8. 8. L.C1 + L.C2	210 + 205	123 a	84 ab	446 a	433 a	24
9. Testigo	0	117 b	76 c	260 b	238 b	23
Media general		120	82	390	372	24,04
C.V. (%)		1.24	3.83	13.52	14.40	4.40

1/. Valores(s) señalado(s) con la misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente entre sí (Duncan  $\alpha$  0.05).

N.S. No significativo.

**Cuadro 5. Promedio de 5 características agronómicas, del estudio sobre Eficiencia agronómica y de recuperación de fertilizantes nitrogenados, solos y combinados con leonardita en el cultivo de arroz. Daule, 2010.**

Tratamientos	Dosis (kg/ha)	Lectura de clorofila SPAD	Granos/panicula	% de granos vanos/panicula	Peso de 1000 semillas (g)	Rendimiento (kg/ha)
1. Urea	348	43 b	119 N.S.	4.9 N.S.	26 N.S.	6255 ab
2. Urea + leonardita	348 + 7	43 b	116	6.7	26	6440 ab
3. Sulfato de amonio	762	43 b	123	6.3	26	7037 ab
4. Sulfato de amonio + leonardita	762 + 15	44 b	131	8.0	27	7348 a
5. Nitrato de amonio	471	42 b	124	5.3	26	6633 ab
6. Nitrato de amonio + leonardita	471 + 9.42	43 b	113	4.9	26	6694 ab
7. LC1 100%	421	45 b	105	4.4	26	8009 a
8. LC1 + LC2	210 + 205	45 b	124	5.5	27	7513 a
9. Testigo	0	52 a	106	3.7	26	4985 b
Media general		44	119	6.2	26	6805
C.V. (%)		6.02	11.87	37.76	3.06	11.29

I/. Valores(s) señalado(s) con la misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente entre sí (Duncan  $\alpha$  0.05).

N.S. No significativo.

**Cuadro 6. Análisis marginal obtenido del estudio sobre Eficiencia agronómica y de recuperación de fertilizantes nitrogenados, solos y combinados con leonardita en el cultivo de arroz. Daule, 2010.**

Tratamiento	Total de costo que varían (USD\$/ha)	Total de costo que varían marginales (USD\$/ha)	Beneficio neto (USD\$/ha)	Benéfico neto marginal (USD\$/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
9. Testigo	0		1420,44		
1. Urea	175	175	1607,76	187,32	107
9. Testigo	0		1420,44		
2. Urea + leonardita	206,50	206,50	1628,99	208,55	101
9. Testigo	0		1420,44		
8. LC1 + LC2	244,00	244,00	2030,72	610,28	250
9. Testigo	0		1420,44		
7. LC1	251,76	251,76	2356,47	936,03	372

## CONCLUSIONES

La eficiencia agronómica en los tratamientos con urea fueron inferiores a 10 kg de grano/kg de nitrógeno aplicado. En los tratamientos con aplicaciones de sulfato de amonio, nitrato de amonio y liberación controlada, estuvieron dentro del intervalo de 10,7 a 18,9 kg/kg.

En la eficiencia de recuperación el tratamiento donde se combinaron los dos fertilizantes de liberación controlada LC1 (38-0-00-13) + LC2 (39-0-0-0+11 % S) presentó el mayor valor, mientras que el tratamiento con nitrato de amonio presentó el valor más bajo.

La adición de leonardita provocó incrementos en la eficiencia de recuperación con los fertilizantes urea, sulfato de amonio, siendo más significativo su incremento con el fertilizante nitrato de amonio.

Las variables ciclo vegetativo, altura de planta, macollos/m<sup>2</sup>, panículas/m<sup>2</sup> y rendimiento fueron claros los efectos frente al tratamiento testigo, cuyos valores siempre fueron inferiores a los tratamientos fertilizados.

El rendimiento de grano fue superior en los tratamientos donde se fertilizó, estuvieron dentro del intervalo de 6000 a 8000 kg/ha, mientras que el testigo estuvo bajo los 5000 kg/ha.

De acuerdo al análisis de presupuesto parcial el tratamiento 7 LC1 100% (38-0-0+13 % S) aplicado con una dosis de 160 kg N/ha presentó la mejor tasa de retorno marginal (TRM), seguida por el tratamiento 8 [LC1 (38-0-00-13) + LC2 (39-0-0-0+11 % S)], el tratamiento 1(urea) y el tratamiento 2 (urea + leonardita).

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcívar, S.; Mestanza, S. 2007. Nutrición mineral del cultivo de arroz, En: Manual del cultivo de arroz Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. E.E. Boliche. Manual No.66. Guayaquil, EC.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica (Edición completamente revisada) D.F., México.
- Dobermann, A. 2007. Nutrient use efficiency-measurement and management. Proc. of International Fertilizer Industry Association (IFA) Workshop on Fertilizer Best Management Practices. Brussels, Belgium. March 7-9.

- Fagueria, N. 1999. Adubacao e calagem. In: A cultura do arroz no Brasil. Regina N. Baeta dos Santos A. Pacheco, E. (eds.) EMBRAPA. Santo Antonio de Goiás, GO. Brasil.
- Ferraris G.; Couretot L.; Toribio M. 2010. Pérdidas de nitrógeno por volatilización y su implicancia en el cultivo de maíz: Efectos de fuentes, dosis y usos de inhibidores. [En línea]. Pergamino, Argentina. Recuperado el 8 de octubre de 2012, de: [http://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/C8F050AB6A89293F032576350069A9A5/\\$file/19.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/C8F050AB6A89293F032576350069A9A5/$file/19.pdf) (Autor de una revista exclusiva de internet).
- Mora, G. 2007. Estudio de la eficiencia nutricional y determinación de dosis óptimas de N, P, K en arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego. Tesis de Magister Scientiae. Universidad de Guayaquil, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil Ecuador.
- Isherwood, K. 1990. IFA, 5th AFA International Annual Conference, 1999, [En línea] Cairo, Egypt. Recuperado el 6 de diciembre de 2006 de: <http://www.fertilizer.org>.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2004. El Cultivo del Arroz en Venezuela. Comp. Orlando Páez; Edit. Alfredo Romero. Maracay. 202 p. (Serie Manuales de Cultivo INIA N° 1).
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2010. Informes del programa de arroz. INIAP. Estación Experimental del Litoral Sur. Virgen de Fátima, Ecuador.
- Quirós H.; Ramírez M. 2006. Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado. *Agronomía Mesoamericana* CR. 17(2): 179-188.